Kruuk, H.; Parish, T.; Brown, C. A. J.; Carrera, J. (1979): The use of pasture by the European badger *(Meles meles)*. J. Applied Ecol. **16**, 453–459.
Likhachev, G. N. (1956): Some ecological traits of the badger of the Tula Abatis broadleaf forests. In: Studies of Mammals in Government Preserves. Ed. by G. Yurgenson. pp. 72–94. Ministry of Agriculture of the USSR, Moscow (1961).
MacDonald, D. W. (1980): The red fox, *Vulpes vulpes,* as a predator upon earthworms, *Lumbricus terrestris*. Z. Tierpsychol. **52**, 171–200.
MacDonald, D. W. (1983): The ecology of carnivore social behaviour. Nature 301, 379–384.
Mac Larnon, A. M.; Martin, R. D.; Chivers, D. J.; Hladik, C. M. (1986): Some aspects of gastro-intestinal allometry in primates and other mammals (in press).
Martin, R. D.; Chivers, D. J.; Mac Larnon, A. M.; Hladik, C. M. (1985): Gastrointestinal allometry in primates and other mammals. In: Size and Scaling in Primate Biology. Ed. by W. L. Jungers. pp. 61–89. New York: Plenum Press.
Maynard Smith, J.; Savage, R. J. G. (1959): The mechanics of mammalian jaws. School Science Review **141**, 289–301.
Neal, E. G. (1977): The Badger. Poole, Dorset: Blandford Press.
Polyakova, R. S. (1974): Comparative morphology of the masticatory apparatus of Mustelidae. Trudy Zoologischeskogo Inst. Acad. Nauk, Leningrad, **54**, 99–122.
Schantz, T. von (1984a): Spacing strategies, kin selection, and population regulation in altricial vertebrates. Oikos **42**, 48–58.
Schantz, T. von (1984b): "Non-breeders" in the red fox *Vulpes vulpes:* a case of resource surplus. Oikos **42**, 59–65.
Skoog, P. (1970): The food of the Swedish badger. Viltrevy **7**, 1–120.
Stark, R. (1984): The Badger (*Meles meles* L., 1758): a study of morphological behavioural and ecological correlates. Unpubl. MSC-Thesis, Univ. Sussex.

Authors' addresses: R. Stark, MSc, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Zoologie, Albertstraße 21a, D-7800 Freiburg i. Br., T. J. Roper, School of Biological Sciences, University of Sussex, Brighton BN1 9QG, UK; A. M. Mac Larnon, Department of Anthropology, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT, UK; D. J. Chivers, Sub-Department of Veterinary Anatomy, Tennis Court Road, Cambridge CB2 1QS, UK

Die Analbeutel von *Civettictis civetta* (Schreber, 1776) (Mammalia, Viverridae)

Über ihren Bau, die chemische Zusammensetzung ihrer Sekrete und ihre biologische Bedeutung[1]

Von Alice von Saldern, H. Schliemann, F. I. B. Kayanja und J. Jacob

Eingang des Ms. 14. 5. 1986

Abstract

The anal sacs of Civettictis civetta (Schreber, 1776) (Mammalia, Viverridae). Morphology, chemical composition of the secretions and functional significance

The anal sacs of *Civettictis civetta* lying on both sides of the anal canal consist of an epithelium lining the central lumen of these organs, a lamina propria rich in free cells, connective tissue and smooth muscle fibers, and a thick layer of skeletal musculature being derived from the M. sphincter ani ext. The lamina propria contains about 10 complexes of sebaceous glands each of which is associated with apocrine glands. Histology and ultrastructure of the epithelium and the glands are analysed emphasizing the conspicuous development of the smooth endoplasmatic reticulum of lipogenic cells. No highly

[1] Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Schl 98/7-1).

U.S. Copyright Clearance Center Code Statement: 0044-3468/87/5202-0096 $ 02.50/0
Z. Säugetierkunde 52 (1987) 96–115

ISSN 0044-3468

volatile components have been found in the secretion, the most important constituents of which are: squalene, cholesterol, cholesterol esters, mono- and diester waxes, triglycerides, alkane-1,2-diols, free fatty acids, and free alcohols. The biological significance of these secretions as chemical signals in the dung heaps of *Civettictis* is discussed.

Einleitung

Analbeutel sind zusammengesetzte Drüsenorgane beiderseits des Analkanals. Sie besitzen ein zentrales Lumen, eine muskulöse Hülle und einen Ausführungsgang, der in Afternähe mündet. Sie sind bei Säugetieren und insbesondere bei Carnivoren weit verbreitet und sind häufiger mit anderen Drüsenorganen und -geweben dieser Körperregion verwechselt worden. Schaffer (1940) widmet in seinem grundlegenden Werk über die Hautdrüsenorgane der Säugetiere den „Anal- und Zirkumanaldrüsen“ ein umfangreiches Kapitel. Er stellt u. a. die Synonyme zusammen, unter denen in älteren Publikationen Studien über Analbeutel bekannt wurden, und geht detailliert auf die lange Geschichte der Bearbeitung dieser auffälligen Drüsenorgane ein. Unter den von ihm genannten Autoren befinden sich bekannte Persönlichkeiten, so Blasius, Daubenton und Tyson und aus dem letzten Jahrhundert Cuvier, Joh. Müller, Stannius und Gegenbaur. Bei den drei zuerst genannten Autoren finden sich sogar Angaben über die Analbeutel der Zibetkatze. Auch Pocock (z. B. 1915, 1916) hat sich in mehreren Arbeiten u. a. mit den Analdrüsen von Viverriden auseinandergesetzt. Schaffer selbst hat kein eigenes Material von *Civettictis* untersucht, referiert jedoch Befunde der älteren Bearbeiter in kurzer Form. An einem anderen Viverriden, *Herpestes ichneumon,* konnte er feststellen, daß sich am Aufbau eines Drüsenorgans, das sich anhand seines Materials nicht eindeutig als Analbeutel oder Drüsenapparat der Analtasche identifizieren ließ, Talg- und apokrine Drüsen beteiligen.

Neuere Arbeiten über den Bau der Analbeutel der Säugetiere im allgemeinen und der Viverriden im besonderen sind selten. Ortmann (1960) publizierte eine umfangreiche, vergleichend-anatomische Studie über die Analregion der Säugetiere. In dieser Arbeit finden sich zahlreiche Hinweise auf die Analbeutel der Säugetiere und damit auch auf diese Organe bei Viverriden. Gorman et al. (1974) befaßten sich mit dem Bau der Analbeutel von *Herpestes auropunctatus* und teilten zugleich Befunde über die chemische Zusammensetzung der Analbeuteldrüsen-Sekrete und die Bakterienflora der Analbeutel mit. Diese Arbeit ist im Zusammenhang mit dem Interesse der Autoren an dem Phänomen der chemischen Kommunikation zu sehen. Entsprechendes gilt für Kayanja und Schliemann (1981), die Befunde zur Histologie und Ultrastruktur der Talgdrüsen der Analbeutel von *Genetta tigrina* veröffentlichten.

Während über die chemische Zusammensetzung der Sekrete der Analbeutel der Carnivoren eine ganze Reihe von Veröffentlichungen vorliegen, sind die Viverriden hierbei bislang weitgehend vernachlässigt worden. Neben der erwähnten Arbeit von Gorman et al. (1974) haben lediglich Jacob und Schliemann Befunde über die Chemie der Sekrete der Analbeuteldrüsen von Viverriden publiziert, und zwar von *Civettictis* und *Genetta* (1983, 1986).

Die meisten Viverriden besitzen neben den Analbeuteln weitere, sehr auffällige Drüsenorgane, die Perinealdrüsen, die im Bereich des Dammes liegen. Bei *Civettictis* enthält das Sekret dieser Drüsen neben vielen anderen Verbindungen (Maurer et al. 1979) das Zibeton, ein zyklisches Keton (Ruzicka 1926). Das Sekret der Perinealdrüsen von *Civettictis* hat für die Parfümherstellung eine bedeutende Rolle gespielt. Die Funktion dieser voluminösen Organe ist durch Beobachtung der Tiere ohne weiteres zu erkennen; sie dienen dem Markierverhalten. So markiert *Civettictis* auf der Höhe der Perinealdrüsen liegende Gegenstände, indem die Drüsen gegen diesen Gegenstand gepreßt und dabei die Sekrete abgesetzt werden; selten werden hierbei laterale Bewegungen des Beckens beobachtet, wie sie von anderen Viverriden bekannt sind.

In zahlreichen verhaltensbiologischen Untersuchungen (Bearder und Randall 1978; Dücker 1965; Ewer und Wemmer 1974; Gorman 1976; Gorman et al. 1974; Kleiman 1974; Leyhausen 1969; Randall 1979; Rasa 1973; Roeder 1978, 1983; Verberne und Leyhausen 1976; Wemmer 1977) ist im übrigen die Bedeutung des Markierverhaltens und damit die von Drüsensekreten für die chemische Kommunikation der Viverriden verdeutlicht worden; soweit diese Arbeiten nicht Vertreter der Herpestinae betreffen, sind es im wesentlichen die Sekrete der Perinealdrüsen, die zum Markieren verwendet werden.

Mit dem Markierverhalten in Gefangenschaft gehaltener Zibetkatzen haben sich Ewer und Wemmer (1974) im Rahmen einer umfänglicheren ethologischen Studie über diese Schleichkatze auseinandergesetzt, und Randall (1979) konnte Beobachtungen über das Markierverhalten freilebender Zibetkatzen mitteilen. Die biologische Bedeutung der Analdrüsen ist weder hierbei noch im allgemeinen annähernd erkannt worden. Das ist um so erstaunlicher, als Analbeutel ja bei Landraubtieren mit Ausnahme einiger Ursiden (Ewer 1973) regelmäßig vorkommen. Hinweise auf ihre Funktion ergeben sich jedoch u. a. aus den Beobachtungen und Überlegungen von Kleiman (1972), Bearder und Randall (1978) und Macdonald (1980). Die vorliegende Untersuchung soll mit Hilfe morphologischer und biochemischer Befunde weitere Informationen über dieses sicher wichtige Drüsenorgan am Beispiel von *Civettictis* beisteuern und seine Funktion erhellen helfen.

Civettictis civetta ist mit einem Körpergewicht von bis zu 17 kg und einer Schulterhöhe von fast 40 cm die größte afrikanische Schleichkatze. Sie ist nahezu über den gesamten afrikanischen Kontinent südlich der Sahara verbreitet und besiedelt die unterschiedlichsten Landschaften vom Regenwald bis zur Savanne, trockenere Bereiche ihres Verbreitungsgebietes eher meidend (Coetzee 1971). Trotz ihrer Häufigkeit liegen kaum Freilandbeobachtungen vor (Randall 1979); bruchstückhafte Kenntnisse ihrer Biologie verdanken wir vorwiegend der Untersuchung von Gefangenschaftstieren (Dücker 1965; Ewer und Wemmer 1974). *Civettictis* hat eine ausschließlich nächtliche Lebensweise, ist ausschließlich bodenlebend und als nahezu omnivor zu bezeichnen (Bothma 1965; Rosevear 1974; Verheyen 1951). Soweit bekannt, leben diese Tiere solitär, und es gibt Anhaltspunkte dafür, daß sie territorial sind – hierauf wird im Zusammenhang mit den Erörterungen über die Funktion der Analbeutel zurückzukommen sein.

Material und Methode

Für diese Untersuchungen standen vier weibliche und zwei männliche Zibetkatzen zur Verfügung. Ein im Zoo Berlin verstorbenes Exemplar diente der makroskopischen Analyse, die übrigen stammten aus Liberia. Eines dieser Tiere lebte für eine längere Zeit in der Tierhaltung des Zoologischen Instituts und Zoologischen Museums Hamburg; ihm wurden die Analbeutelsekrete für die biochemischen Untersuchungen entnommen.

Für die Darstellung der Lage der Analbeutel und ihrer topographischen Beziehungen zu den Strukturen des Beckenbodens wurde diese Körperregion makroskopisch präpariert. Das für die Histologie benutzte Material war in neutralem Formalin, Sublimat oder Bouinscher Flüssigkeit fixiert. Die Serienschnitte von 5–10 µm Dicke wurden verschiedenen Färbungen unterzogen; im einzelnen gelangten die Azanfärbung nach Heidenhain, Färbungen nach Crossmon, Goldner und Pasini sowie die Eisenhämatoxylinfärbung nach Heidenhain zur Anwendung (Romeis 1948). Das Material für elektronenoptische Untersuchungen wurde in 5%igem Glutaraldehyd fixiert, mit Osmiumtetroxid nachfixiert und in Epon eingebettet. Semidünnschnitte wurden mit Toluidinblau gefärbt.

Für die chemische Untersuchung wurden die frisch gewonnenen Sekrete in Chloroform/Methanol/Wasser (2 : 1 : 1; 60 ml) verteilt; hierbei verbleiben die Lipide im Chloroform. Die freien Fettsäuren wurden mit methanolischer NaOH als Na-Salze abgetrennt und durch Ansäuren mit HCl und Extraktion mit Chloroform wiedergewonnen. Die verbliebenen Lipide wurden durch SiO_2-Säulenchromatographie (5 g Kieselgel, 14,53 % Wassergehalt) unter Benutzung eines Gradienten von Cyclohexan/Benzol/Chloroform getrennt (Jacob 1975, 1977; Jacob und Grimmer 1973). Die freien Fettsäuren wurden verestert, Cholesterinester, Monoesterwachse und Triglyceride mit 5%iger methanolischer HCl (20 ml; 45 min; Siedetemperatur) umgeestert. Nach Hinzufügen von Wasser (20 ml) erfolgten die Extraktion der umgeesterten Substanzen mit Chloroform und deren Trennung in

Methylester und Alkohole durch SiO_2-Säulenchromatographie. Anschließend wurden die Alkohole mit CrO_3/Essigsäure in Cyclohexan oxidiert, um die entsprechenden Fettsäuren zu erhalten, die nachfolgend in der beschriebenen Weise verestert wurden. Die Bestimmung der Doppelbindungen ungesättigter Fettsäuren erfolgte nach Oxidation mit OsO_4 in Pyridin/Dioxan (Murawski et al. 1971) und anschließender Silylierung mit Trisil/N,O-bis-trimethyl-silyltrifluoracetamid (Jacob 1978) durch massenspektrometrische Analyse. Die Bestimmung aller Bestandteile wurde durch gaschromatographischen und massenspektrometrischen Vergleich mit authentischen Referenzsubstanzen vorgenommen.

Ergebnisse und Diskussion

Zur Topographie der Analbeutel

Die paarigen Analbeutel, die sich in beiden Geschlechtern finden, liegen in der Tiefe der Muskulatur des Beckenbodens. Sie münden über kurze Ausführungsgänge mit stecknadelkopfgroßen Mündungen beiderseits des Anus in die Zona cutanea. Neben den Analbeuteln besitzt *Civettictis* wie andere Viverriden auch Perinealorgane, die bei adulten Zibetkatzen eine besonders kräftige Ausbildung erlangen. Bei männlichen Tieren erstrecken sich diese Organe zwischen Scrotum und Vorhaut, während sie bei Weibchen den Raum zwischen Anus und Vulva einnehmen. Die Perinealregion ist bei diesen Tieren durch eine in der Medianlinie verlaufende, reichbehaarte Grube gekennzeichnet, in deren Tiefe, durch einen Längswulst getrennt, zwei mächtige Drüsentaschen mit je einer Öffnung münden (Abb. 1, 2, 3).

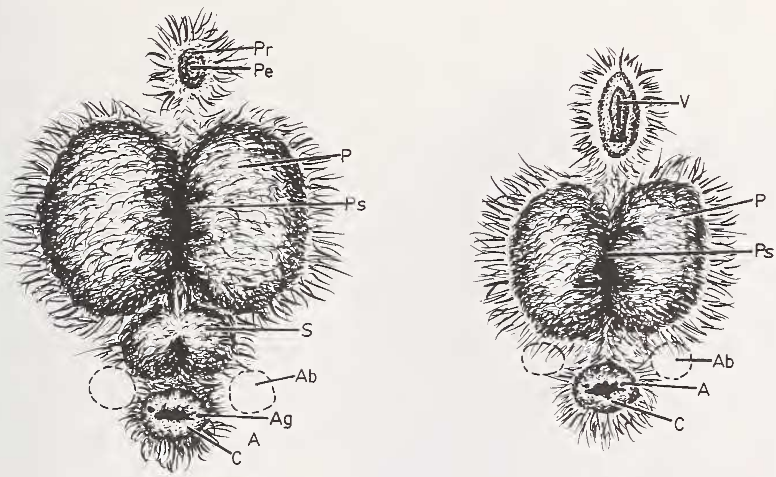


Abb. 1. Lage der Analbeutel, der Perinealorgane, des Afters und der äußeren Geschlechtsorgane der Zibetkatze *(Civettictis civetta)*; links Männchen, rechts Weibchen; Ansicht von ventral. A = Anus, Ab = Analbeutel (Lage durch gestrichelte Linien angegeben), Ag = Ausführungsgang der Analbeutel, C = Circumanalwulst, P = Perinealorgan, Pe = Penis, Pr = Praeputium, Ps = Perinealspalt, S = Scrotum, V = Vulva

Die Lage der Analbeutel im Beckenboden macht die Analyse eines Teiles der Muskulatur des Diaphragma pelvis erforderlich. Hierbei werden im folgenden das Diaphragma anale, dessen Muskulatur sowohl von der Schwanzmuskulatur wie auch vom M. sphincter cloacae abstammt, und das Perineum mit seiner vom Sphincter cloacae herzuleitenden Muskulatur berücksichtigt.

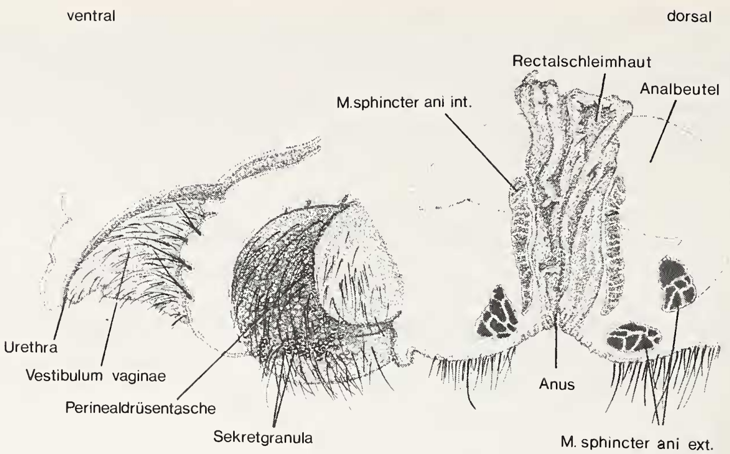


Abb. 2. Der anogenitale Bereich einer juvenilen weiblichen Zibetkatze *(Civettictis civetta)* in einem Sagittalschnitt (halbschematisch); die Lage des rechten Analbeutels ist durch eine gestrichelte Linie angegeben. (Vergr. ca. 2,5fach)

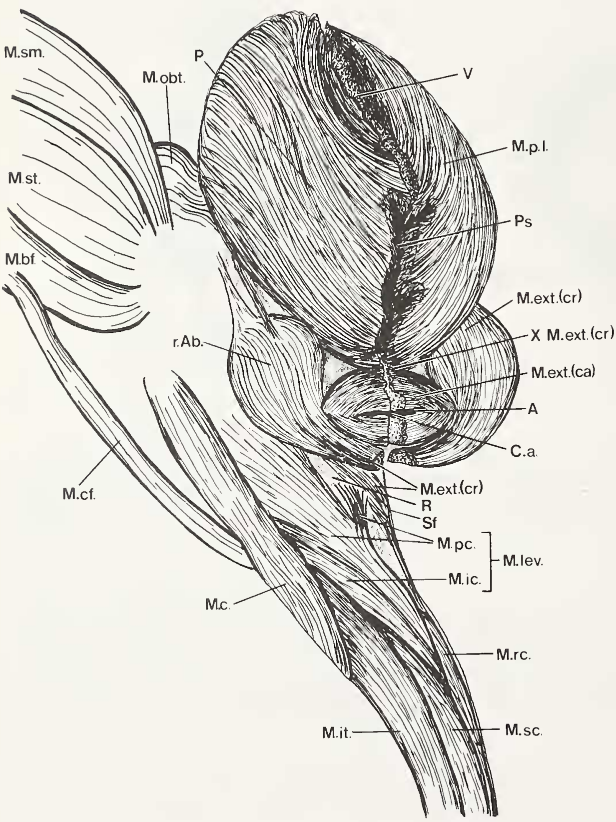


Abb. 3. Analbeutel, Perinealorgan und Muskulatur des Beckenbodens und Umgebung einer weiblichen Zibetkatze *(Civettictis civetta)* in der Ansicht von ventral, caudal und lateral; das Präparat wurde in der Mittellinie gespalten. A = Anus, Ab = Analbeutel, C. a. = Analkanal, M. b. f. = M. biceps femoris, M. c. = M. coccygeus, M. cf. = M. caudofemoralis, M. ext. = M. sphincter ani ext. (ca = caudal, cr = cranial), X M. ext. = gekreuzte Muskelfasern des M. sphincter ani ext., M. ic. = M. iliococcygeus, M. it. = M. intertransversarius caudae, M. lev. = M. levator ani, M. obt. = M. obturator int., M. pc. = M. pubococcygeus, M. p. l. = M. perinealis longitudinalis, M. rc. = M. rectococcygeus, M. sc. = M. sacrococcygeus, M. sm. = M. semimembranosus, M. st. = M. semitendinosus, P = Perinealorgan, Ps = Perinealspalt, R = Rectum, Sf = Schwanzfascie

Muskulatur des Diaphragma anale

Hierher gehören der M. sphincter ani ext. und der M. levator ani sowie der M. coccygeus, der für diesen Zusammenhang ohne Bedeutung ist. Der vom Sphincter cloacae abzuleitende M. sphincter ani ext. läßt eine caudale Pars superficialis und eine craniale Pars profunda unterscheiden. Die Pars superficialis liegt der Haut am nächsten, und ihre Muskelfasern bilden den kräftigen caudalen Anteil des Schließmuskels. Nach NITSCHKE (1970) entspringen die Muskelfasern beim Haushund an der dorsomedian auf dem Analrohr liegenden bindegewebigen Raphe ani; die Fasern enden im subcutanen Bindegewebe der Haut. Die weiter cranial gelegene Pars profunda des M. sphincter ani ext. gliedert sich in zwei nicht immer eindeutig voneinander trennbare Portionen: Eine oberflächliche Schicht nimmt ihren Ursprung teils sehnig an der Schwanzfascie und teils fleischig an der Raphe ani; in ihrem caudalen Bereich umhüllt sie noch strangartig den After und trägt zum Schließmuskelcharakter dieser Portion bei. Die Muskelbündel ziehen seitlich vom Analkanal in craniale Richtung, umhüllen die paarigen Analbeutel (Abb. 3) und laufen jeweils in eine lange Sehne aus, die sich jederseits an der Spina ischiadica anheftet. Muskelfasern von der Ventralseite der Analbeutel sind auch am Schambein befestigt.

Die tiefere Schicht des cranialen Sphincteranteils wird größtenteils von der oberflächlichen verdeckt. Sie entspringt beidseitig mit einer dünnen Aponeurose von den Schwanzwirbeln zwischen M. levator ani und M. rectococcygeus, umgreift den Analkanal und erfährt unter zum Teil gekreuztem Faserverlauf rostral vom Anus eine kontinuierliche Fortsetzung in dem M. perinealis longitudinalis (Abb. 3) (s. a. NITSCHKE 1970).

Der M. levator ani erscheint bei *Civettictis* als großer, dreieckiger, flacher Muskel, der aus zwei voneinander getrennten Teilen besteht: dem lateralen, schwächeren M. iliococcygeus, der an der Innenfläche des Darmbeines entspringt, sowie dem medial davon liegenden, wesentlich stärker ausgebildeten M. pubococcygeus, der seinen Ursprung an der Innenfläche des Schambeines und der Schambeinsymphyse nimmt. Beide Muskelteile verlaufen schräg dorsocaudad, verschmälern sich auf dem Wege durch das kleine Becken zum Schwanz und bilden, mit den Muskeln der anderen Seite konvergierend, ein trichterförmiges Gebilde, dessen Ventralfläche das Rectum anliegt. Beide Muskelteile verjüngen sich zu flachen Sehnen, die sich an der Ventralfläche der Schwanzwirbel anheften (Abb. 3).

Von cranialen und medialen Anteilen des M. pubococcygeus verlaufen Muskelfasern in Richtung auf die Wand des Analkanals. ELLENBERGER und BAUM (1943) sowie NICKEL et al. (1979) beschreiben bei verschiedenen Carnivoren, daß mediale Teile des Levator ani die äußere Sphinktermuskulatur vervollständigen. Ebenso fand NITSCHKE (1970) muskulöse Ausstrahlungen des M. pubococcygeus, die teils zum Septum vaginale, teils zur Pars profunda des Sphincter ani ext. zogen. Da zahlreiche Lymphknoten bei dem verfügbaren Material die Präparation erschwerten, kann zu diesen Befunden nichts beigetragen werden.

Muskulatur des Perineums

Bei vielen Säugetieren ist der Damm nur kurz und u. a. durch transversal verlaufende Perinealmuskeln gekennzeichnet. *Civettictis* mit den stark entwickelten Perinealorganen besitzt ein ausgedehntes Perineum, dessen Muskulatur nach den vorliegenden Befunden nur aus längsverlaufenden Fasern besteht. Diese Mm. perineales longitudinales umhüllen die Perinealorgane und verbinden den Sphincter ani ext. mit dem Diaphragma urogenitale (M. bulbospongiosus) (Abb. 3). Das Fehlen transversaler Dammuskeln steht in Übereinstimmung mit den Befunden von NITSCHKE (1970).

Zur Morphologie der Analbeutel

Die Analbeutel stellen drüsenreiche Hohlorgane dar, die sich nach KRÖLLING (1927) aus soliden epidermalen Zapfen beiderseits des Anus entwickeln. Bei juvenilen Zibetkatzen

besitzen sie die Größe einer Haselnuß, bei adulten Tieren erreichen sie Walnußgröße. Der im frischen Zustand gelbliche und dickflüssige Beutelinhalt wird durch je einen nach caudo-medial verlaufenden, drüsenlosen Ausführungsgang, der ebenfalls von quergestreifter Muskulatur umhüllt ist, entleert.

In das makroskopisch weiße, fibröse Gewebe der Beutelwand sind fünf bis zehn, möglicherweise aber auch mehr, runde bis ovale, kuppelförmig in das Lumen vorragende Talgdrüsenkomplexe von jeweils 3 bis 5 mm Durchmesser eingelassen. Sie sind mehr oder weniger regelmäßig über die innere Oberfläche der Analbeutel verteilt. Am Scheitel eines jeden Lagers befindet sich eine trichterförmige Sekretzisterne, in die alle dem Lager angehörenden Talgdrüsenalveoli sezernieren (Abb. 4, 5).

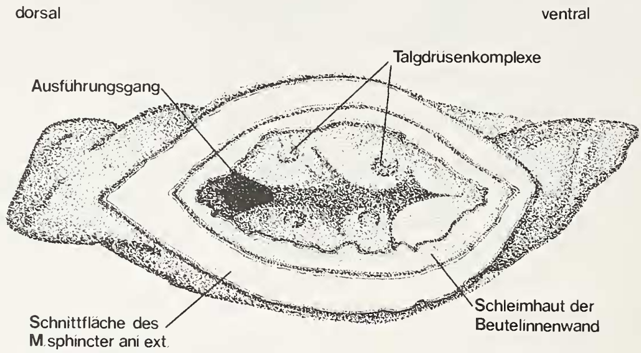


Abb. 4. Der rechte Analbeutel einer juvenilen Zibetkatze *(Civettictis civetta)* in einem Längsschnitt von lateral eröffnet; Blick auf die mediale Wandung und Ausführungsgang des Analbeutels (halbschematisch). (Vergr. ca. 4fach)

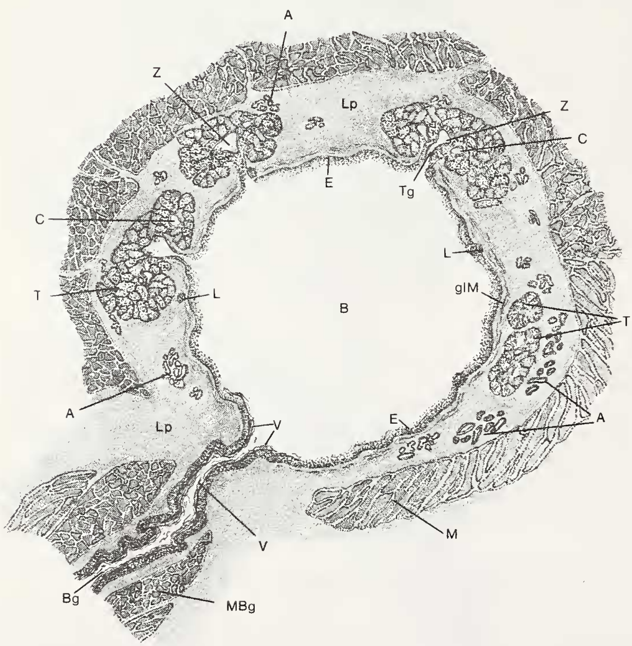


Abb. 5. Der rechte Analbeutel einer Zibetkatze *(Civettictis civetta)* und sein Ausführungsgang in einem Längsschnitt (halbschematisch). (Vergr. ca. 6fach). A = apokrine Drüsen, B = Beutellumen, Bg = Ausführungsgang, C = Sekretzisterne, E = mehrschichtiges, unverhorntes Plattenepithel, glM = glatte Muskelfasern, L = Lymphfollikel, Lp = Lamina propria, M = M. sphincter ani ext., MBg = Muskulatur des Ausführungsganges, T = Talgdrüsen, Tg = Talgdrüsenausführungsgang, V = Verhornung im Ausführungsgang und in seiner Nähe, Z = zentrale Sekretzisterne

In der Umgebung jedes dieser Talgdrüsenkomplexe liegen apokrine Drüsen, die bereits bei makroskopischer Inspektion andeutungsweise zu sehen sind.

Ein Querschnitt durch die Analbeutelwandung zeigt eine dreigliedrige Schichtung: Zum Lumen hin wird der Analbeutel von einer Schleimhaut ausgekleidet, deren Epithel auf einer bindegewebigen und von Drüsen reich durchsetzten Lamina propria ruht; in der Peripherie folgt eine kräftige muskulöse Umhüllung der Organe. Bei frischem Material zeigt die Schleimhaut keine nennenswerte Faltenbildung (Abb. 4, 5).

Das Epithel der Analbeutelwandung und des Ausführungsganges

Das Epithel der Beutelwandung einer juvenilen Zibetkatze ist bei kubischen und z. T. auch prismatischen Zellen dadurch gekennzeichnet, daß es mit zwei bis vier Zellschichten vergleichsweise niedrig ist. Bei adulten Tieren ist die Epidermis des Beutellumens ein mehrschichtiges, nicht verhornendes Plattenepithel, das 15 und mehr Zellschichten umfassen kann (Abb. 6). Die Kategorisierung dieses Epithels als Plattenepithel bedarf im weiteren noch der Ergänzung, da die obersten Zellschichten nicht an allen Stellen die für diesen Epitheltyp charakteristische Gestalt aufweisen.

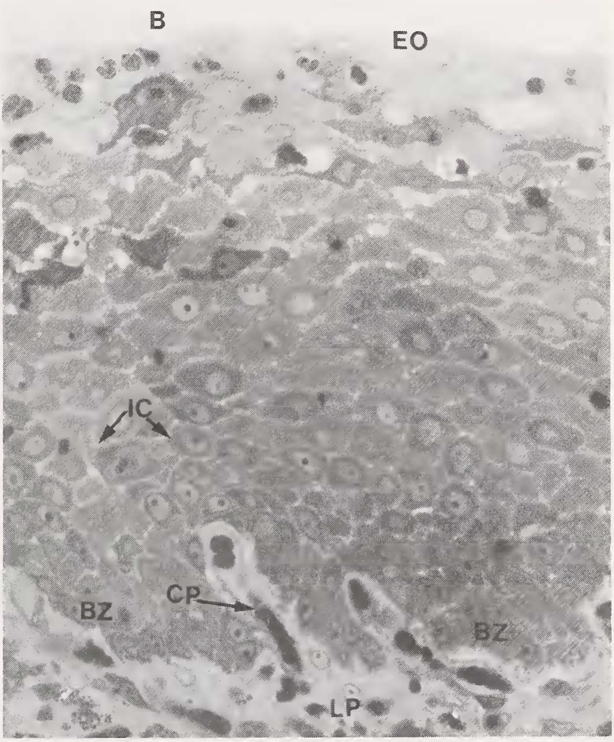


Abb. 6. Das mehrschichtige, unverhornte Epithel, das die Analbeutel der Zibetkatze *(Civettictis civetta)* auskleidet. Färbung Toluidinblau. (Vergr. ca. 450fach). B = Beutellumen, BZ = basale Zellschicht, CP = Coriumpapille mit Kapillarschlinge, EO = Epitheloberfläche, IC = Interzellularraum der mittleren Zellschichten (Stratum spinosum), LP = Lamina propria

Das Stratum basale grenzt mit einer mäßig gegliederten Unterseite an die Lamina propria. Eine Vielzahl von Wurzelfüßchen, die mit Halbdesmosomen ausgerüstet sind, verankert die basale Zellschicht in der Basallamina. In den untersten Schichten haben die Zellen ihre größte Ausdehnung senkrecht zur Epitheloberfläche, die ovalen Kerne sind verhältnismäßig kleinvolumig und stehen dicht gedrängt; sie besitzen hier wie auch weiter zur Epitheloberfläche einen deutlichen Nucleolus. Das Cytoplasma ist reich an Tonofilamenten und freien Ribosomen; auffällig ist die große Zahl an Mitochondrien; das rauhe endoplasmatische Retikulum ist wenig entwickelt. Benachbarte Zellen sind an ihren Grenzen stark verzahnt.

Zur Epitheloberfläche hin nehmen Zellen und Zellkerne an Umfang zu. Die Zellen sind von polygonalem Umriß bzw. haben ihre größte Ausdehnung parallel zur Epitheloberflä-

che (Abb. 6). Im Cytoplasma finden sich hier ebenfalls freie Ribosomen und zahlreiche Tonofilamente. Die Zellgrenzen zeigen die Charakteristika einer Stachelzellschicht mit einem ausgesprochen reich entwickelten Interzellularraum. In seinen obersten Schichten ist das Wandepithel an manchen Stellen durch stärker abgeflachte, aber kernhaltige Zellen gekennzeichnet, an anderen Orten jedoch ist die oberflächliche Zellage mit blasig aufgequollen erscheinenden Zellelementen versehen, die stellenweise pilzförmige Protrusionen in das Analbeutellumen aufweisen. Keratohyalingranula und Keratin sind nicht eindeutig nachzuweisen. Elektronenoptisch sind die oberflächlichsten Zellschichten von unterschiedlicher Dichte, manche der Zellen enthalten kleine membranumgebene, vakuolenartige Gebilde, deren Natur bislang nicht bekannt ist. Daneben kommen hier, aber auch in tiefer liegenden Zellschichten vereinzelt Vakuolen mit homogenem Inhalt vor, die für kleine Lipidvakuolen gehalten werden.

Die histologische Organisation des Beutelwandepithels steht in einem deutlichen Gegensatz zu der bei *Genetta* und *Paradoxurus* (SCHLIEMANN et al. 1985) sowie bei anderen Carnivoren (KRÖLLING 1927; SCHAFFER 1940; KRÖLLING und GRAU 1960). Dort sind die Analbeutel von einem relativ niedrigen, verhornenden Plattenepithel ausgekleidet. Es kann unterstellt werden, daß diese Bauunterschiede der Epithelien nicht ohne funktionelle Bedeutung sind und daß dem Analdrüsensekret von *Civettictis* an der Epitheloberfläche abgegebene, relativ intakte Zellen oder Zellteile, auf keinen Fall aber Keratinmaterial beigemischt werden. Es ist nicht bekannt, wie sich dieses auf die stoffliche Zusammensetzung des Sekrets auswirkt. Schon SCHAFFER war der Ansicht, daß die Epithelien der Analbeutelwandung für die Sekretbildung eine Rolle spielen, und beschreibt für die Analbeutel von *Mephitis* eine nicht verhornende Epithelauskleidung, in deren Zellen er Vakuolen findet; er meint, daß dieses Epithel sich an der Lipidbildung beteilige, und vergleicht es mit einem entsprechenden Epitheltyp aus der Kehldrüse von *Molossus*. ORTMANN (1960) ist ebenfalls überzeugt, daß die Wandepithelien der Analbeutel zu den Sekreten beisteuern. Bei *Pelea capreolus* fanden STARCK und SCHNEIDER (1971) auf der Glans penis ein Epithel, daß sie als Flächendrüse mit holokriner Sekretion deuteten und mit anderen als holokrine Flächendrüsen angesehenen Epithelien am Praeputialorgan des Bibers sowie des Wiesels und in den Armtaschen von *Saccopteryx* (STARCK 1958) verglichen. STARCK (1982) betont noch einmal die Wichtigkeit solcher Befunde für die Möglichkeit, die Entstehung polyptycher Drüsen zu verstehen. Die geschilderten Befunde an dem Analbeutelepithel von *Civettictis* würden in dieses Bild passen, wenn die elektronenoptischen Befunde ausgeprägtere Anzeichen einer Lipidbildung erkennen ließen. Da jedoch nur vereinzelt für Lipidvakuolen gehaltene Strukturen gefunden wurden, für die Lipogenese charakteristische Organellen dagegen zu fehlen scheinen, kann lediglich davon ausgegangen werden, daß dieses Epithel den cytoplasmatischen Inhalt von Oberflächenzellen ganz oder teilweise dem Sekret hinzufügt.

Der Ausführungsgang weist auf den Querschnitten ein sternförmiges Lumen auf. Sein Epithel ist von geringerer Dicke als dasjenige, das die Beutelwandung bedeckt. Es ist darüber hinaus verhornt und besitzt nahe am Beutellumen an seiner Unterseite eine stärkere Verzahnung mit der Lamina propria. Verhornung und die vergleichsweise reich strukturierte Unterseite des Epithels sind Anpassungen an die durch die Austreibung des Sekretes bedingten mechanischen Belastungen des Epithels des Ausführungsganges und seiner Öffnung zum Beutellumen hin.

Die Lamina propria und ihre Drüsen

Die Lamina propria ist eine kollagenfaserreiche Schicht von z.T. mehr als einem halben Millimeter Dicke, in der die Hautdrüsen liegen und die basal an die Muskelschicht der Analbeutel grenzt (Abb. 5).

Es läßt sich eine oberflächliche, an das Epithel grenzende Zone von einer tiefer

liegenden unterscheiden. In der oberflächlichen Zone sind die gewellt verlaufenden Kollagenfaserbündel weniger dicht gepackt, in ihr fällt der Reichtum an Kapillaren auf, die vielfach bis nahe unter das Epithel reichen; dieses ist besonders deutlich in den bindegewebigen Papillen, in denen die Kapillaren haarnadelförmige Schlingen bilden. Das lockere Bindegewebe dieser oberen Schicht weist außerdem zahlreiche freie Zellelemente auf, unter denen die Makrophagen und die Mastzellen besonders auffallen.

An der Grenze zur tiefer gelegenen Schicht der Propria finden sich einzelne oder zu Bündeln und auch Lagen zusammengefaßte glatte Muskelfasern, die sich überkreuzend durch das Bindegewebe ziehen. Diese tiefe Zone ist faserreicher, in ihr liegen stärkere Blutgefäße und vor allem die Talgdrüsenkomplexe und die sie begleitenden apokrinen Drüsen (Abb. 5). Die Lamina propria der Analbeutel von *Civettictis* ist sehr viel kräftiger entwickelt, als dieses bei den anderen von uns untersuchten Viverriden *(Genetta, Paradoxurus)* und etwa auch bei *Ichneumia* (Ortmann 1960) der Fall ist; soweit sich dieses nach einer Abbildung beurteilen läßt, gleicht die Propria der Zibetkatze in ihrer Mächtigkeit derjenigen des Haushundes (Schaffer).

Die Lamina propria ist sehr reich an Lymphocyten. Hierauf soll gesondert hingewiesen werden, da dieser Befund bislang auch nur an der Zibetkatze erhoben werden konnte und ihm im Zusammenhang mit dem nicht verhornenden Epithel eine besondere Bedeutung für die Infektabwehr zugeschrieben werden muß. Lymphfollikel finden sich bevorzugt in oberflächlichen, aber auch in tieferen Schichten der Propria. Stellenweise ist das Epithel der Analbeutelwandung durch Lymphocyteninfiltration zu einem lymphoepithelialen Zellverband aufgelöst.

Die Talgdrüsen

Die Talgdrüsenkomplexe werden durch von der Propria einstrahlende, zunächst kräftige und dann zum Zentrum hin zarter werdende Bindegewebssepten in Läppchen untergliedert (Abb. 7, 8). Diese Septen enthalten neben Kapillaren und freien Bindegewebszellen sehr häufig auch glatte Muskelfasern.

Die peripheren Zellen der Drüsenalveoli ruhen auf einer kräftigen Basallamina, sie sind relativ flach und in auffälliger Weise untereinander und mit den über ihnen liegenden intermediären Zellen an den Zellgrenzen verzahnt (Abb. 9). Ihre ovoiden Zellkerne sind heterochromatinreich, ihr Cytoplasma enthält u. a. freie Ribosomen und Mitochondrien. Dieser undifferenzierte Zelltyp ist jedoch nicht überall in der Alveolusperipherie zu finden, vielfach begegnet man dort auch Zellen, die bereits Lipidvakuolen enthalten. Die zuvor beschriebenen Matrixzellen liegen offenbar bevorzugt in den proximalen Drüsenteilen. Auf die basalen folgen intermediäre Zellen, die bereits alle Anzeichen der Lipogenese zeigen. Ihr Cytoplasma enthält neben zunächst noch kleinen Lipidvakuolen meist homogenen Inhalts ein sehr ausgedehntes glattes endoplasmatisches Retikulum (Abb. 10), dessen Zisternen blasige Erweiterungen aufweisen, die u. a. in der für Lipide produzierende Zellen bekannten Weise den Vakuolen anliegen. Das glatte endoplasmatische Retikulum scheint nahezu den gesamten Zellraum auszufüllen, ein Befund, der von den bei *Genetta* beobachteten Verhältnissen abweicht (Kayanja und Schliemann 1981). In Richtung auf die Zerfallszone zeigen die Zellen Vakuolen, die extrahiert sind und an Umfang und Zahl zunehmen. Die großvolumigen, runden und heterochromatinarmen Zellkerne werden häufig von den Vakuolen eingedellt. Schließlich werden die Zellkerne pyknotisch, und die Zellen zerfallen zu Sebum.

Die Sekretzisternen distal der Zerfallszonen erscheinen auf den Präparaten leer; sie werden von einem niedrigen, schwach verhornten Plattenepithel gesäumt, das in Richtung auf den in das Beutellumen mündenden Hauptausführungsgang des Komplexes an Höhe gewinnt und dementsprechend ein kräftiges Stratum corneum besitzt. Nahe der Mündung dieses Ganges in das Beutellumen verliert sich die Keratinschicht, und das Gangepithel geht kontinuierlich in das Epithel der Beutelauskleidung über. Der Ausführungsgang wird



Abb. 7. Ausschnitt aus einem Talgdrüsenkomplex der Analbeutelwandung einer Zibetkatze *(Civettictis civetta)* mit benachbarten apokrinen Drüsenschläuchen und Ausführungsgang. Färbung Azan. (Verg. ca. 125fach). A = apokrine Drüsen, AG = Ausführungsgang der apokrinen Drüse, BG = Bindegewebe zwischen den Drüsenschläuchen und -alveoli, E = einschichtiges Epithel der monoptychen Drüse, T = Alveoli des Talgdrüsenkomplexes

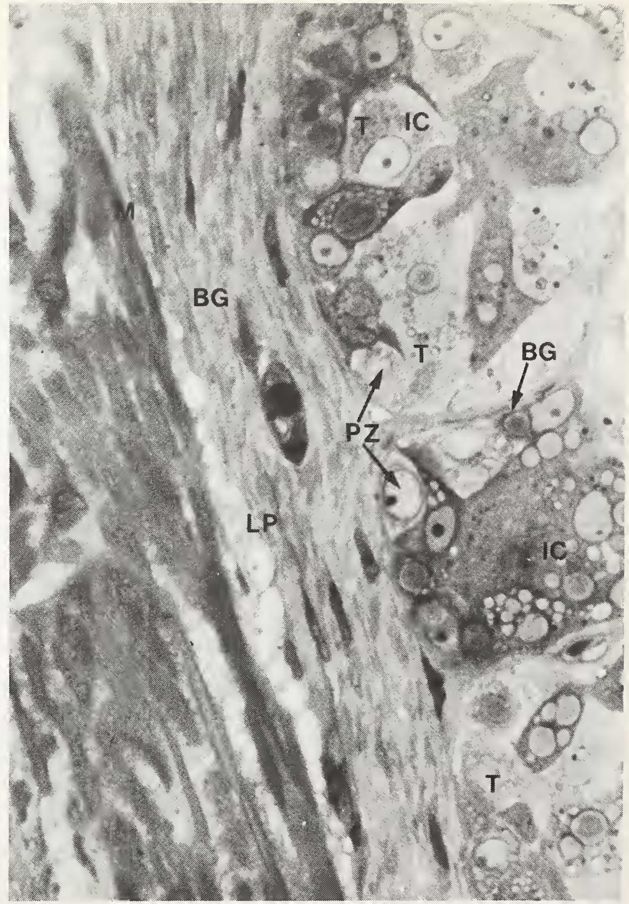


Abb. 8. Die Peripherie mehrerer Talgdrüsenalveoli und Ausschnitt aus der tiefen Zone der Lamina propria der Analbeutelwandung einer Zibetkatze *(Civettictis civetta)*. Färbung Toluidinblau. (Vergr. ca. 720fach). BG = Bindegewebe, IZ = intermediäre Zellen mit zahlreichen Lipidvakuolen, LP = Lamina propria, M = glatte Muskelfasern, PZ = periphere Zellen der Matrixzone des Aveolus, T = Talgdrüsenalveoli

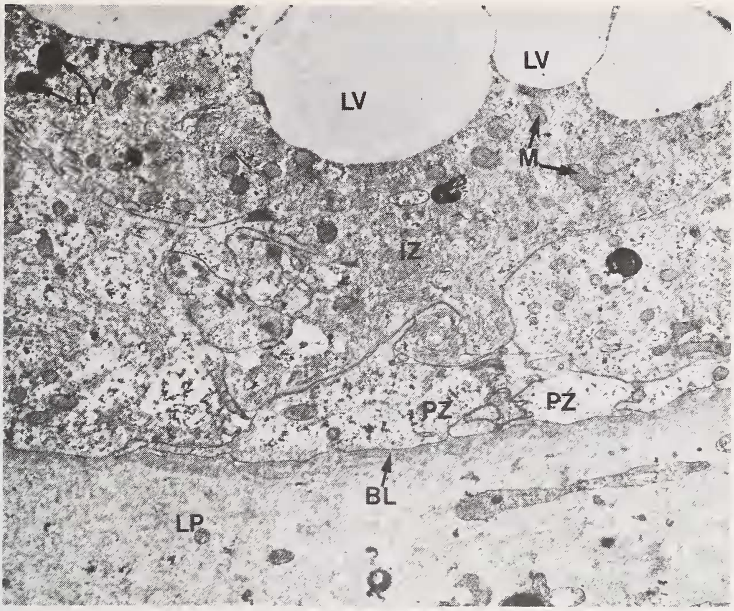


Abb. 9. Peripherie eines Talgdrüsenalveolus aus der Analbeutelwandung einer Zibetkatze *(Civettictis civetta).* Beachte die Verzahnung der peripheren Zellen. (Verg. ca. 3 500fach). BL = Basallamina des Alveolusepithels, IZ = intermediäre Zelle mit reich entwickeltem, glatten endoplasmatischen Retikulum, LP = Lamina propria, LV = Lipidvakuolen, LY = Lysosomen, M = Mitochondrien, PZ = periphere Zellen mit starker Verzahnung

von einer kräftigen Manschette von Bindegewebe umgeben und von glatten Muskelfasern begleitet. Von diesen Muskelfasern und denjenigen in den Septen zwischen den Drüsenalveoli und Läppchen wird angenommen, daß sie die Austreibung des Sekretes unterstützen. Das Gewebe um den Ausführungsgang herum ist reich an Lymphocyten.

Die apokrinen Drüsen

Die apokrinen Drüsen liegen in der Peripherie der Talgdrüsenkomplexe, eingebettet in die gut kapillarisierte Lamina propria (Abb. 5, 7). Zuweilen erscheinen die apokrinen Drüsen zwischen den Talgdrüsenkomplexen und der muskulösen Umhüllung der Analbeutel nur als flachgedrückte Lager. Unsere Befunde bestätigen die Ansicht Kröllings (1927), nach der die apokrinen Drüsen auf Grund ihrer Entstehung vom Haarbalg aus in derselben Zahl wie die holokrinen Drüsen vorhanden sind. Bei *Genetta* ist eine Zuordnung der sehr ausgedehnten Lager apokriner Drüsen zu einzelnen Talgdrüsenkomplexen nicht möglich (Schliemann et al. 1985).

Das Lumen dieser Drüsen zeigt häufige, ampullenartige Erweiterungen. Aussagen über das Vorkommen von Verzweigungen der Drüsenschläuche sind nicht möglich. Kennzeichnend für monoptyche Drüsen ist ihr einschichtiges Epithel (Abb. 11), das hier lichtmikroskopisch an vielen Stellen Anzeichen apokriner Sekretion erkennen läßt. Sezernierendes Epithel besitzt Zellen zylindrischer Gestalt, das Epithel ruhender Drüsenteile ist flacher. Die großvolumigen, mit einem Nucleolus versehenen Kerne liegen in der unteren Zellhälfte; hier weist das Cytoplasma eine deutliche Basophilie auf. Auf den Semidünnschnitten zeigt das Cytoplasma oberhalb der Zellkerne eine Vielzahl kleiner, extrahierter Vakuolen (Abb. 12). Die Myoepithelzellen zwischen dem Epithel und der Basallamina

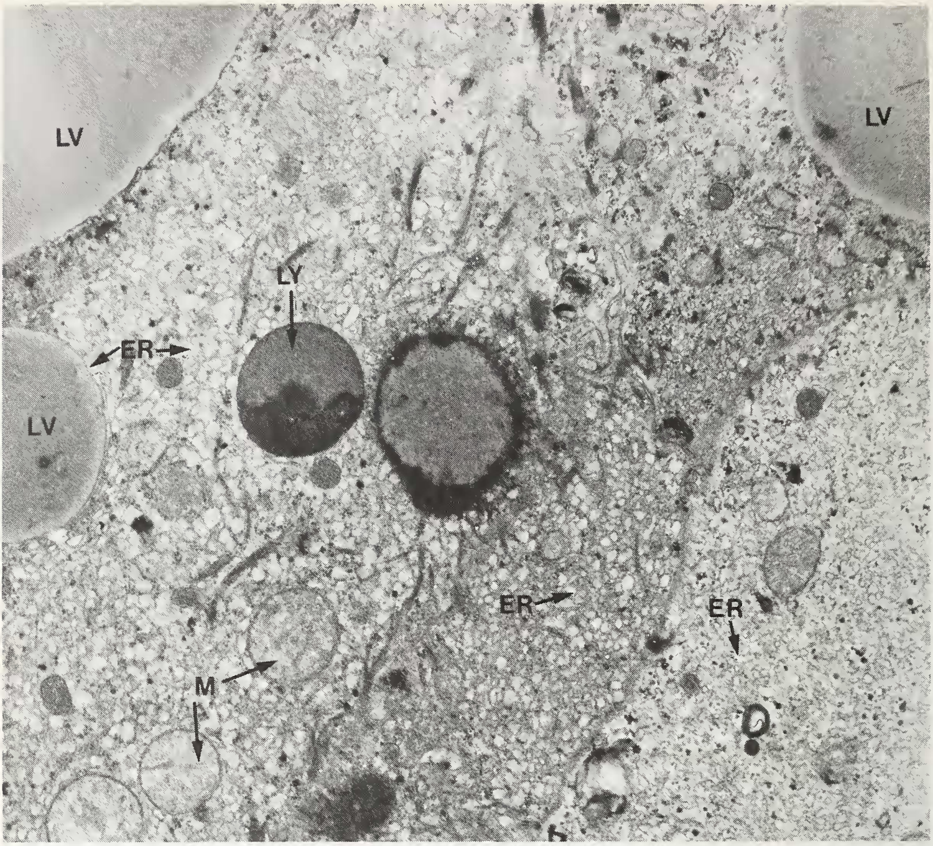


Abb. 10. Ausschnitt aus intermediären Zellen eines Talgdrüsenalveolus aus der Analbeutelwandung der Zibetkatze *(Civettictis civetta)*. Beachte das ausgedehnte, in den einzelnen Zellen aber unterschiedlich entwickelte, glatte endoplasmatische Retikulum. (Vergr. ca. 14000fach). ER = glattes endoplasmatisches Retikulum mit z. T. stark erweiterten Cisternen sowie in unmittelbarer Nähe der Lipidvakuolen, LV = Lipidvakuolen, LY = Lysosom, M = Mitochondrien

besitzen bei senkrecht angeschnittenen Tubuli die typische Gestalt kompakter, dreieckiger Cytoplasmakörper.

Der weitlumige Ausführungsgang (Abb. 7) ist von einem einschichtigen, kubischen Epithel ausgekleidet. Er mündet in der Regel in den zentralen Ausführungsgang des zugehörigen Talgdrüsenkomplexes. Hierzu kann er entweder an der Peripherie der Talgdrüsen entlangziehen und Kontakt zum Ausführungsgang bekommen oder aber dazu das Talgdrüsengewebe vorher durchdringen. Gelegentlich kann beobachtet werden, daß ein Ausführungsgang direkt in das Analbeutellumen mündet. Ob diese Ausmündungen im Sinne von Krölling (1927) als solche primär freier Drüsen zu deuten sind oder ob es sich hierbei um eine sekundäre Verlagerung einer Drüse handelt, die – wie gewöhnlich – zu einer Haarbalganlage gehört (Greer und Calhoun 1966; Starck 1982), kann anhand des Materials adulter Tiere nicht entschieden werden.

Bei etwa einem Drittel der Drüsenkomplexe lassen sich Reste von Haaren bzw. Haaranlagen nachweisen (s. hierzu Ortmann 1960), und gelegentlich ist der Zusammenhang zwischen dem Haarbalg und seinem Drüsenapparat zu beobachten. Die Talgdrüsen

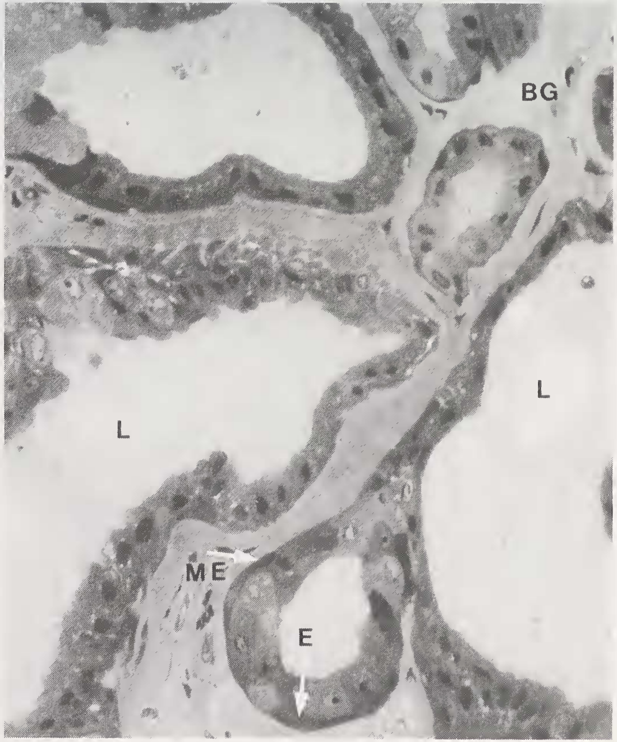


Abb. 11. Ausschnitt aus dem Komplex einer apokrinen Drüse aus der Analbeutelwandung der Zibetkatze *(Civettictis civetta).* Färbung Toluidinblau. (Vergr. ca. 390fach). BG = Bindegewebe, E = einschichtiges Epithel der monoptychen Drüse, L = ampullenartig erweitertes Lumen, ME = Myoepithelzelle



Abb. 12. Schnitt durch einen apokrinen Drüsenschlauch aus der Analbeutelwandung der Zibetkatze *(Civettictis civetta).* Färbung Toluidinblau. (Vergr. ca. 950fach). AP = apikale, mit Sekret erfüllte Zellabschnitte, BG = Bindegewebe, E = einschichtiges, sezernierendes Epithel, L = Lumen des Drüsenschlauchs

münden dabei in den Haarbalgtrichter, und weiter distal öffnet sich die apokrine Drüse in diesen Trichter, der zur gemeinsamen Sekretzisterne wird, deren Wandung sich nach Krölling (1927) aus der äußeren Wurzelscheide entwickelt.

Zur Biochemie der Sekrete

Tierische Hautdrüsensekrete stellen mehr oder weniger komplexe Lipidgemische dar, die zum überwiegenden Teil aus Squalen, Cholesterinestern, Monoesterwachsen, Diesterwachsen, Triglyceriden, Alkoholen, Sterolen, Diolen und freien Fettsäuren bestehen, jedoch sind nicht alle diese Stoffklassen bei jeder Spezies vertreten. Ein auffälliges Kriterium dieser Sekrete ist, daß die an ihrem Aufbau beteiligten Komponenten (z. B. Fettsäuren und Alkohole) Strukturen besitzen, die sich deutlich von denselben in anderen Organen vorkommenden (z. B. in der Leber) unterscheiden. So zeichnen sich die Fettsäuren der Hautlipide häufig durch ungewöhnliche Doppelbindungslagen oder Methylsubstitutionen aus.

Tabelle 1

Quantitative Zusammensetzung der Lipide der Sekrete der Analbeuteldrüsen der Zibetkatze *(Civettictis civetta)*

	mg	%
Cholesterinester	20.6	16.1
Monoesterwachse	28.5	22.3
Diesterwachse	5.0	3.9
Triglyceride	7.3	5.7
Freie Alkohole	3.7	2.9
Cholesterin	29.8	23.3
Freie Fettsäuren	32.9	25.8

Die hier untersuchten Analdrüsensekrete von *Civettictis civetta* setzen sich aus Cholesterinestern, Monoesterwachsen, Diesterwachsen, Triglyceriden, Alkoholen, Cholesterin und freien Fettsäuren zusammen (Tab. 1), zeigen aber eine durchaus hautspezifische Komposition der Lipidklassen. Unter den am Aufbau dieser Lipide beteiligten Fettsäuren finden sich allerdings nur sehr geringe Mengen von (ω-1)- und (ω-2)-substituierten Individuen. Die Doppelbindungen der ungesättigten Fettsäuren liegen in ungeraden Positionen (bei Monoenfettsäuren in 7-, 9-, 11- und 13-Position, bei Diensäuren in 8,11-; 9,12- bzw. in 10,13-Position, also in aus ersteren hergeleiteten Positionen (Tab. 2). Es kann nicht sicher entschieden werden, ob für die Bildung der ungesättigten Fettsäuren unterschiedlich spezifische Desaturasen verantwortlich sind (z. B. eine 9- und eine 11-Desaturase im Falle der C_{18}-einfach ungesättigten Säuren) oder ob z. B. die in 11-Position ungesättigte C_{18}-Säure durch Kettenverlängerung einer primär in 9-Position desaturierten C_{16}-Säure entsteht (Abb. 13).

In jedem Fall zeigen die hier gefundenen Fettsäurestrukturen mehrheitlich keine hervorragenden Besonderheiten. Die chemische Zusammensetzung der Sekrete wie auch die Strukturen ihrer Bestandteile unterscheiden sich jedoch signifikant von den bei *Genetta* gefundenen Verhältnissen (Jacob und Schliemann 1986).

Zur Funktion der Analbeutel

Wie bereits dargelegt, beziehen sich die Informationen über das Markierverhalten von *Civettictis* nahezu ausschließlich auf die Benutzung der Perinealdrüsen. Eine detaillierte Beschreibung dieses Verhaltens findet sich bei Ewer und Wemmer (1974), die zwei Paare dieser Tiere in Gefangenschaft beobachten konnten. Wemmer (1977) geht in seiner ethologischen Studie über *Genetta* ebenfalls auf die Zibetkatze ein und beschäftigt sich mit deren Markierverhalten. Nach den Beobachtungen dieser Autoren werden für den Vorgang des Markierens das Organ evertiert und die den Perinealspalt begrenzenden, mit Sekret bedeckten Flächen bloßgelegt und an die zu markierende Stelle gedrückt. Horizontale Gegenstände werden in normaler Positur, im Stehen auf den vier Extremitäten also, oder im Niederkauern markiert, eine Haltung, die auch zum Markieren von Stellen auf

Tabelle 2

Quantitative Zusammensetzung der freien Fettsäuren und Fettsäuren der Monoesterwachse, der Cholesterinester und Triglyceride
(% des GC – Flächenintegrals)

	Monoesterwachse/ Cholesterinester	Triglyceride	Freie Fettsäuren
Gesättigte, unverzweigte Fettsäuren (total)	(40.2)	(56.8)	(66.1)
12:0	0.1	–	–
13:0	0.1	–	–
14:0	0.8	3.3	1.1
15:0	1.0	1.5	1.3
16:0	19.2	38.6	31.6
17:0	0.5	0.1	1.6
18:0	17.3	13.3	30.5
20:0	1.2	–	–
Gesättigte, verzweigte Fettsäuren (total)	(2.5)	(3.9)	(3.1)
$12-C_{14}$	0.9	1.0	0.7
$13-C_{14}$	1.6	2.9	2.4
Ungesättigte Fettsäuren (total)	(57.3)	(39.3)	(30.8)
16:1 (7)*	1.2	3.9	0.9
16:1 (9)	1.2	2.3	0.8
18:1 (9)	22.1	14.3	19.4
18:1 (11)	16.9	8.9	9.7
20:1 (13)	0.5	–	–
18:2 (8, 11 + 9, 12)	5.4	9.9	–
20:2 (10, 13)	0.1	–	–
20:3	1.1	–	–
20:4	5.3	–	–
20: polyen	3.5	–	–

* Lage der Doppelbindung

dem Boden benutzt wird. Zum Markieren vertikaler Objekte richten die Tiere den Hinterkörper bei steil aufgestelltem Schwanz gegen den zu markierenden Gegenstand und pressen das Perinealorgan fest auf das Objekt. Handstandähnliche Stellungen konnten nicht beobachtet werden. Vertikale Gegenstände werden offenbar mehr von Männchen, horizontale mehr von Weibchen markiert. Interessant sind die Deutungen von Ewer und Wemmer hinsichtlich der Situationen, in denen die Tiere markierten. Markiert wurden unbekannte Gegenstände oder bekannte, auf denen sich eine fremde Marke befand. Die Tiere näherten sich solchen Objekten stets mit Vorsicht, und es schien beiden Autoren, daß die Tiere erst durch das Setzen der eigenen Duftmarke „Sicherheit" empfanden. In Situationen des Alarmiertseins wurde nicht markiert (s. hierzu Rasa 1973, 1984), jedoch schien Ängstlichkeit und Unsicherheit eine Indikation für dieses Verhalten zu sein. Diese Beobachtungen stimmen mit denjenigen von Randall (1979) überein, der feststellte, daß Zibetkatzen in selten besuchten Arealen ihres Wohngebiets mit deutlich erhöhter Frequenz markieren, wie dieses auch geschieht, wenn andere Individuen in der Nähe sind. Nach Randall markieren Zibetkatzen sehr häufig in der Nachbarschaft ihrer Dunghaufen.

Die Funktion der Analdrüsen ist wahrscheinlich im Zusammenhang mit diesen Dunghaufen zu sehen. *Civettictis* und auch andere Viverriden sowie Carnivoren im allgemeinen haben die Angewohnheit, immer wieder benutzte Dunghaufen anzulegen (z. B. Rosevear 1974; Verheyen 1951); dieses konnten Ewer und Wemmer sogar an ihren Gefangen-

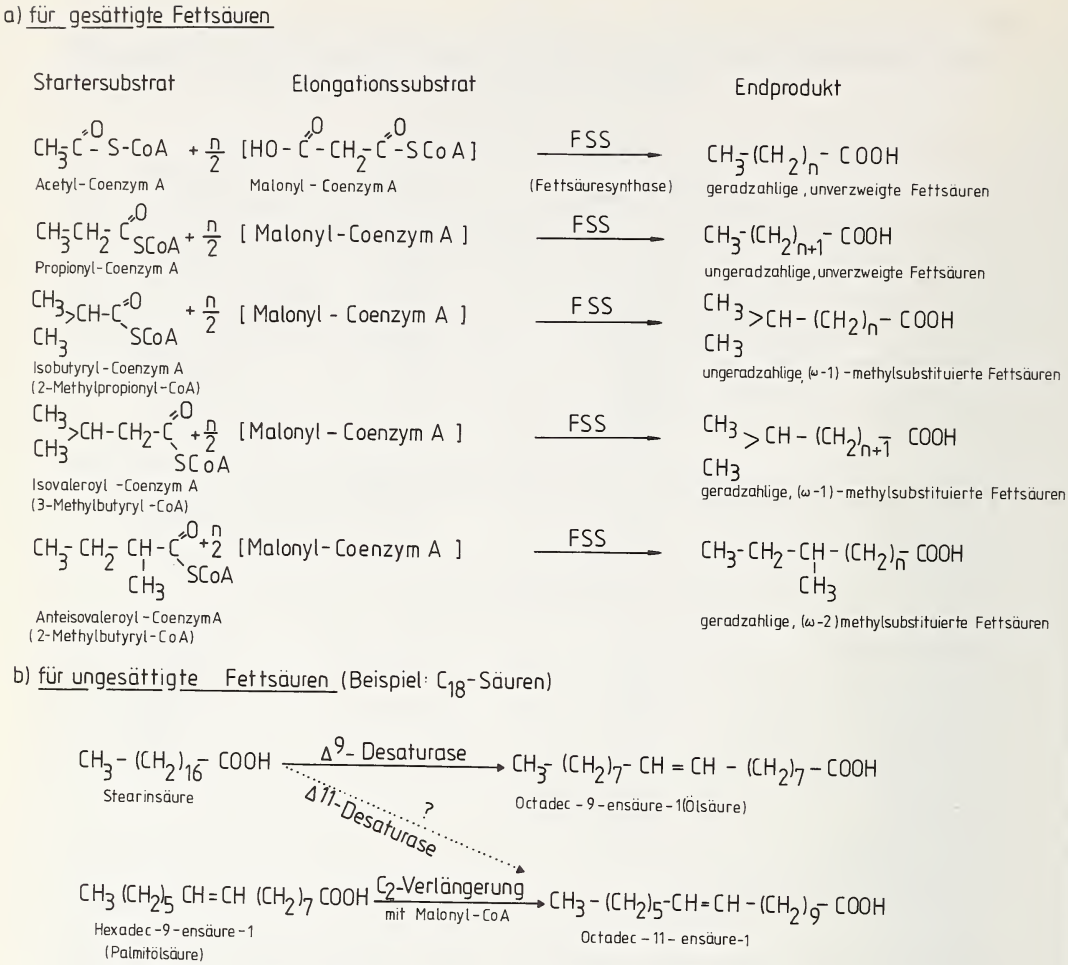


Abb. 13. Fettsäuren aus dem Analdrüsensekret von *Civettictis civetta* und deren mögliche Biosynthesewege

schaftstieren beobachten. Nach Randall legen die Zibetkatzen ihre sog. „Civetries“ bevorzugt auf Lichtungen und an Wegen an, also an Plätzen, die leicht zugänglich und an denen die Dunghaufen möglicherweise auch optisch auffällig sind. Interessanterweise konnte Wemmer (1977) feststellen, daß den Dunghaufen von *Genetta* ein langanhaltender Duft anhaftet. Mit Randall und Rosevear vermuten wir, daß den Faeces die Sekrete der Analdrüsen nicht nur bei *Genetta,* sondern auch bei *Civettictis* und anderen Carnivoren zugegeben werden und daß es diese Drüsensekrete sind, die für die langanhaltende Signalwirkung der Dunghaufen verantwortlich sind.

In diesem Zusammenhang weisen wir noch einmal darauf hin, daß in den Analdrüsensekreten von *Civettictis* und im übrigen auch von *Genetta* (Jacob und Schliemann 1986) keine leichtflüchtigen Substanzen gefunden wurden. Dieser Befund steht im Gegensatz zu den Verhältnissen bei *Herpestes,* für dessen Analbeutelsekret Gorman et al. (1974) eine ganze Reihe kurzkettiger Fettsäuren beschrieben haben. Leichtflüchtige Sekretbestandteile sind bei vielen anderen Carnivoren gefunden worden, so etwa bei *Canis* (Albone und

PERRY 1976), bei *Vulpes* und *Panthera* (ALBONE und GRÖNNEBERG 1977) und bei verschiedenen Musteliden (z.B. ANDERSEN und BERNSTEIN 1975; BRINCK et al. 1978; CRUMP 1980a, 1980b; PRETI et al. 1976; SCHILDKNECHT et al. 1981; SOKOLOV et al. 1980). Leichtflüchtige Substanzen können für den lang anhaltenden Duft der Dunghaufen nicht verantwortlich sein, sehr wohl jedoch ist vorstellbar, daß dieses für die bei *Civettictis* gefundenen Sekrete gilt, wenn man davon ausgeht, daß die Sekrete in den Dunghaufen eine bakterielle Zersetzung erfahren, während derer über einen längeren Zeitraum hinweg flüchtige Substanzen freigesetzt werden. Die Vielzahl der gefundenen Verbindungen läßt es denkbar erscheinen, daß mit ihrer Hilfe eine größere Zahl verschiedener Signale erzeugt werden kann. Durch RASA (1973, 1984) und GORMAN (1976) sind wir darüber unterrichtet, wie weitgehend die Informationen sind, die durch das Markieren gewonnen werden.

Über die biologische Bedeutung von Dunghaufen haben sich in letzter Zeit verschiedene Autoren geäußert, u.a. KLEIMAN (1972), MACDONALD (1980) und GORMAN und MILLS (1984). Es gibt unverkennbare Hinweise darauf, daß über die ständig wieder benutzten Dunghaufen wichtige Informationen weitergegeben werden, die sich nicht unbedingt nur auf die Abgrenzung eines Reviers beschränken müssen. GORMAN und MILLS haben dargelegt, daß Tiere mit kleinen Territorien eine andere Strategie in der Anlage der Dunghaufen verfolgen als Tiere mit großen Territorien; erstere markieren bevorzugt an den Territoriumsgrenzen, während es für letztere ökonomischer ist, im Territoriumsinneren zu markieren. Wenn auch nicht sicher bekannt ist, ob *Civettictis* Territorien verteidigt, läßt sich für eine nächtlich und solitär lebende Form gut vorstellen, daß es eine Reihe von biologischen Vorteilen ergibt, Signale ausströmende Dunghaufen zu besitzen, die anzeigen, daß das betreffende Areal bewohnt und seine Ressourcen genutzt werden. Partnerfindung und das „Heimischfühlen" des markierenden Tieres sind sicher auch mit in Betracht zu ziehen. Welche Bedeutung in diesen biologischen Zusammenhängen den Analbeuteln und welche den Perinealdrüsen in einzelnen zukommt, ist nicht geklärt. Möglicherweise werden mit dem Markieren durch die Perinealdrüsen Kurzzeit- und mit dem Markieren durch die Sekrete der Analbeutel Langzeiteffekte erzeugt.

Danksagung

Wir danken Herrn Prof. Dr. R. SACHS und Herrn Dr. H. VOELKER vom Bernhard-Nocht-Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten sowie Herrn Prof. Dr. H.-G. KLÖS und Herrn Dr. H. FRÄDRICH vom Zoo Berlin für die Überlassung des Untersuchungsmaterials. Frau W. SCHMIDT und Herrn G. RAAB sind wir für ihre ausgezeichnete technische Assistenz zu Dank verpflichtet. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte unsere Arbeiten dankenswerterweise mit einer Sachbeihilfe.

Zusammenfassung

Die beiderseits vom Analkanal liegenden Analbeutel bestehen bei *Civettictis civetta* aus einem das Lumen auskleidenden, mehrschichtigen, nicht verhornenden Plattenepithel, unter dem eine an Bindegewebs- und glatten Muskelfasern sowie freien Zellen reiche Lamina propria liegt. In dieser finden sich ca. zehn Talgdrüsenkomplexe, denen jeweils apokrine Schlauchdrüsen zugeordnet sind. Die Histologie und Ultrastruktur der Drüsen und des Epithels werden analysiert und die auffallende Entwicklung des glatten endoplasmatischen Retikulums in den mit der Lipogenese befaßten Talgdrüsenzellen hervorgehoben. In der Peripherie werden die Analbeutel von einer kräftigen Lage quergestreifter Muskulatur umgeben, die vom M. sphincter ani ext. abzuleiten ist. In dem Sekret der Analbeutel von *Civettictis* werden keine leichtflüchtigen Substanzen gefunden. Die Lipide der Analdrüsensekrete setzen sich aus Cholesterin, Cholesterinestern, freien Fettsäuren und Monoesterwachsen in großen sowie geringeren Mengen an Diesterwachsen, Triglyceriden und freien Alkoholen zusammen. Die biologische Bedeutung dieser Sekrete als Signalgeber in den Dunghaufen der Zibetkatze wird diskutiert.

Literatur

ALBONE, E. S.; GRÖNNEBERG, T. O. (1977): Lipids of the anal sac secretions of the red fox *(Vulpes vulpes)* and the lion *(Panthera leo)*. J. Lipid Research **18**, 474–479.

ALBONE, E. S.; PERRY, G. C. (1976): Anal sac secretion of the red fox, *Vulpes vulpes*. Volatile fatty

acids and diamines. Implications for a fermentative hypothesis of chemical recognition. J. Chem. Ecol. **2**, 101–111.

Andersen, K. K.; Bernstein, D. T. (1975): Some chemical constituents of the scent of the striped skunk, *Mephitis mephitis*. J. Chem. Ecol. **1**, 493–499.

Bearder, S. K.; Randall, R. M. (1978): The use of fecal marking sites by spotted hyaenas and civets. Carnivore **1**, 32–48.

Bothma, J. du P. (1965): Random observations on the food habits of certain Carnivora (Mammalia) in southern Africa. Fauna Flora Pretoria **16**, 16–22.

Brinck, C.; Gerell, R.; Odham, G. (1978): Anal pouch secretion in mink, *Mustela vison*. Oikos **30**, 68–75.

Coetzee, C. G. (1971): Order Carnivora. In: The Mammals of Africa. An Identification Manual. Ed. by J. Meester, H. W. Setzer. Washington: Smithsonian Inst. Press.

Crump, D. R. (1980): Thietanes and dithiolanes from the anal gland of the stoat, *Mustela erminea*. J. Chem. Ecol. **6**, 341–347.

— (1980): Anal gland secretion of the ferret (*Mustela putorius* forma furo). J. Chem. Ecol. **6**, 837–844.

Dücker, G. (1965): Das Verhalten der Viverriden. In: Handbuch der Zoologie. Hrsg. J.-G. Helmcke, H. v. Lengerken, D. Starck. Bd. **8**, 1–48. Berlin: de Gruyter.

Ellenberger, W.; Baum, H. (1943): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 18. Aufl. Nachdruck 1977. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Ewer, R. F. (1973): The Carnivores. London: Weidenfeld and Nicolson.

Ewer, R. R.; Wemmer, Ch. M. (1974): The behaviour in captivity of the African civet, *Civettictis civetta*. Z. Tierpsychologie **34**, 359–394.

Gorman, M. L. (1976): A mechanism for individual recognition by odour in *Herpestes auropunctatus* (Carnivora: Viverridae). Animal Behaviour **24**, 141–145.

Gorman, M. L.; Mills, M. G. L. (1984): Scent marking strategies in hyaenas (Mammalia). J. Zool. Lond. **202**, 535–547.

Gorman, M. L.; Nedwell, D. B.; Smith, R. M. (1974): An analysis of the contents of the anal scent pockets of *Herpestes auropunctatus*. J. Zool. **172**, 389–394.

Greer, M. B.; Calhoun, M. L. (1966): Anal Sacs of the Cat. Am. J. Vet. Res. **27**, 773–781.

Jacob, J. (1975): TLC, GLC and MS of complex lipid mixtures from uropygial secretions. J. Chromatogr. Sci. **13**, 415–422.

— (1977): Bürzeldrüsenlipide. Fortschr. Chem. org. Naturst. **34**, 373–438.

— (1978): Sex-dependent Composition of Cuticular Lipids from the Beetle *Rhagonycha fulva*. Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem. **358**, 653–656.

Jacob, J.; Grimmer, G. (1973): Lipidzusammensetzung gesunder und pathologischer Hautbezirke bei *Psoriasis vulgaris*. Z. klin. Chem. klin. Biochem. **11**, 297–300.

Jacob, J.; Schliemann, H. (1983): Chemical composition of the secretion from the anal sacs of *Civettictis civetta* (Schreber, 1776). Z. Naturforsch. **38c**, 497–500.

Jacob, J.; Schliemann, H. (1986): The Anal Sac Secretion of Viverrids from the Genus *Genetta*. Z. Naturforsch. **41c**, 325–336.

Kayanja F. I. B.; Schliemann, H. (1981): Sebaceous glands of the anal sacs of *Genetta tigrina* (Schreber, 1778). Z. Säugetierkunde **46**, 26–35.

Kleiman, D. G. (1972): Social behavior of the Maned wolf *(Chrysocyon brachyurus)* and Bush dog *(Speothos venaticus)*: a study in contrast. J. Mammalogy **53**, 791–806.

— (1974): Scent marking in the Binturong, *Arctictis binturong*. J. Mammalogy **55**, 224–227 (1974).

Krölling, O. (1927): Entwicklung, Bau und biologische Bedeutung der Analbeuteldrüsen bei der Hauskatze. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. **82**, 22–69.

Krölling, O.; Grau, H. (1960): Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. Berlin und Hamburg: Paul Parey.

Leyhausen, P. (1969): Über die Funktion der relativen Stimmungshierarchie, dargestellt am Beispiel der phylogenetischen und ontogenetischen Entwicklung des Beutefangs von Raubtieren. In: Antriebe tierischen und menschlichen Verhaltens. Hrsg. K. Lorenz, P. Leyhausen. München: Piper. 169–271.

Macdonald, D. W. (1980): Patterns of Scent Marking with Urine and Faeces amongst Carnivore Communities. In: Olfaction in Mammals. Ed. by D. M. Stoddart. Symposia Zool. Soc. London **45**, 107–139.

Maurer, B.; Grieder, A.; Thommen, W. (1979): (cis-6-Methyltetrahydropyran-2-yl)acetic Acid, a Novel Compound from Civet *(Viverra civetta)*. Helv. Chim. Acta **62** (Nr. 6), 44–47.

Murawski, U.; Egge, H.; Zilliken, F. (1971): Massenspektren synthetischer methylen- und nicht-methylen-unterbrochener cis, cis-Oktadecadiensäure-methylester als Tetra-O-trimethylsilyläther. Z. Naturforsch. **26b**, 1241–1252.

Nickel, R.; Schummer, A.; Seiferle, E. (1979): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 2. Berlin und Hamburg: Paul Parey.

Nitschke, T. (1970): Diaphragma pelvis, Clitoris und Vestibulum vaginae der Hündin. Anat. Anz. **127**, 76–125.

ORTMANN, R. (1960): Die Analregion der Säugetiere. In: Handbuch der Zoologie. Hrsg. J.-G. HELMCKE, H. v. LENGERKEN, D. STARCK. Bd. **8**, 1–68. Berlin: de Gruyter.

POCOCK, R. J. (1915): On the feet and glands and other external characters of Viverrinae, with description of a new genus. Proc. Zool. Soc., London (**1915**), 131–149.

— (1916): On the external characters of the Mongooses (Mungotidae). Proc. Zool. Soc., London (**1916**), 742–755.

PRETI, G.; MUETTERTIES, E. L.; FURMAN, J. M.; KENNELLY, J. J.; JOHNS, B. E. (1976): Volatile constituents of dog *(Canis familiaris)* and coyote *(Canis latrans)* anal sacs. J. Chem. Ecol. **2**, 177–186.

RANDALL, R. M. (1979): Perineal gland marking in free-ranging African civets, *Civettictis civetta*. J. Mammalogy **60**, 622–627.

RASA, O. A. E. (1973): Marking behaviour and its social significance in the African dwarf mongoose, *Helogale undulata rufula*. Z. Tierpsychologie **32**, 293–318.

— (1984): Die perfekte Familie. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt.

ROEDER, J. J. (1978): Marking behaviour in genets (*G. genetta* L.) seasonal variations and relation to social status in males. Behaviour **67**, 149–156.

— (1983): Memorisation des marques olfactives chez la Genette (*Genetta genetta* L.): durée de reconnaissance par les femelles de marques olfactives de males. Z. Tierpsychologie **61**, 311–314.

ROSEVEAR, D. R. (1974): The Carnivores of West Africa. London: Brit. Mus. (Nat. Hist.).

ROMEIS, B. (1948): Mikroskopische Technik. München: Leibniz.

RUZICKA, L. (1926): Zur Kenntnis des Kohlenstoffringes. I. Über die Konstitution des Zibetons. Helv. Chim. Acta **9**, 230–248.

SCHAFFER, J. (1940): Die Hautdrüsenorgane der Säugetiere. Berlin und Wien: Urban und Schwarzenberg.

SCHILDKNECHT, H.; BIRKNER, CH.; KRAUSS, D. (1981): Struktur und Wirkung der Musteliden-Ökomone. II. Erweiterte Analyse des Analbeutelsekretes des Nerzes *Mustela vison* L. Chemiker-Ztg. **105**, 273–286.

SCHLIEMANN, H.; JACOB, J.; KAYANJA, F. I. B. (1985): Vergleichend-morphologische und -biochemische Untersuchungen an Analbeuteln von Schleichkatzen (Mammalia, Viverridae). Ein Beitrag zum Verständnis chemischer Kommunikation der Landraubtiere. Funkt. Biol. Med. **5**, 319–329.

SOKOLOV, V. E.; ALBONE, E. S.; FLOOD, P. P.; HEAP, P. F.; KAGAN, M. Z.; VASILIEVA, V. S.; ROZNOV, V. V.; ZINKEVICH, E. P. (1980): Secretion and secretory tissues of the anal sac of the Mink, *Mustela vison*. Chemical and histological studies. J. Chem. Ecol. **6**, 805–825.

STARCK, D. (1958): Beitrag zur Kenntnis der Armtaschen und anderer Hautdrüsenorgane von *Saccopteryx bilineata* Temminck 1838 (Chiroptera, Emballonuridae). Morph. Jb. **99**, 3–25.

— (1982): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere auf evolutionsbiologischer Grundlage. Bd. 3. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

STARCK, D.; SCHNEIDER, R. (1971): Zur Kenntnis, insbesondere der Hautdrüsen von *Pelea capreolus* (Artiodactyla, Bovidae, Antilopinae, Peleini). Z. Säugetierkunde **36**, 321–342.

VERBERNE, G.; LEYHAUSEN, P. (1976): Marking behaviour of some Viverridae and Felidae. Time-interval analysis of the marking pattern. Behaviour **58**, 192–253.

VERHEYEN, R. (1951): Contribution à l'étude éthologique des Mammifères du Parc National de l'Upemba. Brüssel: Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge.

WEMMER, CH. M. (1977): Comparative ethology of the large-spotted genet *(Genetta tigrina)* and some related viverrids. Contrib. Zool. **239**, 1–93.

Anschriften der Verfasser: Dipl.-Biol. ALICE VON SALDERN, Prof. Dr. HARALD SCHLIEMANN, Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, D-2000 Hamburg 13; Prof. Dr. FREDERIK I. B. KAYANJA, Dept. of Veterinary Anatomy and Histology, Makerere University, P.O. Box 7062, Kampala, Uganda; Prof. Dr. JÜRGEN JACOB, Biochemisches Institut für Umweltcarcinogene, Sieker Landstraße 19, D-2070 Ahrensburg